

オイコノミカ 第39巻 第2号, 2002年, pp. 31-52

経済学教育における実験手法の効果*

——手作業実験とコンピュータ実験の教育効果の比較検討——

森 徹**
曾 山 典 子***

1. はじめに

近年、欧米諸国を中心に、経済学教育において実験手法を用いて経済理論の理解を促そうとする教育方法が普及しつつある。わが国においても、はこだて未来大学や京都産業大学、大阪大学社会経済研究所に経済学の研究・教育に用いるための専用実験施設が設置され、経済学研究における新たな実証分析の方法として実験手法が取り入れられつつあるとともに、ミクロ経済学分野を中心として、経済理論の教育のために実験手法を用いる環境が整備されつつある¹⁾。こうした現状を踏まえたとき、経済学教育における実験手法の活用がどれほどの教育効果を上げうるかを明らかにしておくことは、今後の経済学教育のあり方を考える上で重要な課題であり、とくに、プログラミングや設備の設置・維持管理に人的・金銭的費用のかかるコンピュータ・ネットワークを利用した実験と、場所や準備の面で簡便な手作業による実験とを比較した場合、いずれの方式がより高い教育効果を上げうるかを検討することは、実験手法を用いた経済学教育の普及の可能性にも関わる重要な研究課題であるといえる。

本稿では、こうした問題意識にもとづいて、2つの経済学教育課題について、手作業実験とコンピュータ・ネットワークを利用した実験（以下「コンピュータ実験」と略記）の2つの方式での実験を行い、どちらの実験方式が、目的とする経済理論の理解により高い効果をもたらすかを検討する。本稿で検討対象とした経済学教育課題のひとつは、外部不経済効果を伴う財の取引に関する競争市場の非効率性とピグー税によるその是正効果の理解であり、基本的には競争的市場均衡理論（需給均衡理論）の理解である。もうひとつの教育課題は、一定規模の公共プロジェクトの実施（分割不可能な公共財の供給）の可否決定問題に適用された2つの公共

* 本稿の研究の遂行にあたっては、勸電気通信普及財団より資金援助を受けている。記して感謝の意を表しておきたい。

** 名古屋市立大学大学院経済学研究科

*** 天理大学人間学部

1) 経済学における実験の意義や方法についてはFriedman and Sunder [4]を参照。また、実験手法を用いてミクロ経済理論の学習を進めるための優れたテキストブックとして、Bergstrom and Miller [1]をあげることができる。

的意思決定メカニズム（公共財供給メカニズム）の性能の理解である。ここで取り上げた2つのメカニズムは「リンダール・メカニズム」と「ピボタル・メカニズム」と呼ばれ、公共プロジェクトの実施の可否決定は同一のルールで行われるが、意思決定に参加した個人の費用負担に関しては、前者が当該個人の表明したプロジェクトの評価に応じて決定されるのに対し、後者のメカニズムでは、主として他の意思決定参加者の表明した評価にもとづいて決定されるという相違がある。そのため、リンダール・メカニズムでは、プロジェクトに対する評価を偽ってゼロと表明することが Nash 均衡戦略（本稿の実験設定では、支配戦略）となるが、ピボタル・メカニズムでは、各個人が抱く真の評価を表明することが支配戦略となる。本稿で検討する第2の教育課題は、このような、公共プロジェクトに対する個人の真の評価の表明を誘発する上での2つのメカニズムの性能の相違を理解させることである。

以下、2節では、上記2つの教育課題について、実験で用いる状況設定に即して、理論的予想を述べ、3節では、各課題について、手作業実験とコンピュータ実験の方法について記述する。4節では、2つの実験方式の教育効果を判断する基準を提示する。5節では、各教育課題について、2つの実験方式での実験結果を報告し、4節で設定した判断基準に則して、手作業実験とコンピュータ実験の相対的教育効果を明らかにする。ここでの結論を要約すれば、外部不経済効果を伴う財の取引に関する競争市場の非効率性やピグー税の効果の理解（競争的市場均衡理論）に関しては、コンピュータ実験に比べ手作業による実験に相対的に高い教育効果が認められ、公共的意思決定メカニズムの性能の理解に関しては、少なくとも、費用負担決定ルールの複雑なピボタル・メカニズムについて、コンピュータ実験の方が手作業実験に比べて、その理論的性能の理解を促す上で相対的に高い教育効果が見い出されるということである。最後の6節では、2つの教育課題の間で、手作業実験とコンピュータ実験の相対的優位性に関して対照的な結果が得られた要因について考察し、教育課題に即して実施された実験における被験者間ないしは被験者と実験者間の情報交換過程の構造の違いが、2つの実験方式の教育効果の判定に相違をもたらした主要な要因であるとの見解を提示する。

2. 実験設定と理論的予想

2.1 外部不経済効果を伴う財の取引に関する競争的市場均衡理論

ある財の生産または消費に伴って、取引当事者に意識されない被害が取引当事者を含む地域住民一般に及ぶ場合、その財は外部不経済効果を発生させるといわれる。周知のように、外部不経済効果を伴う財が、供給者と需要者の自発的意思にもとづく競争市場で取引される場合、外部不経済効果による被害が当事者に意識されないために、取引によって供給者が得る純利益（生産者余剰）と需要者が得る純利益（消費者余剰）との和から、この被害額を差し引いた地

域住民全体の純利益（経済余剰）は、外部効果による被害額を生産または消費に伴うコストに算入して、より低い水準で生産・消費が行われる場合に比べて、小さくなる。すなわち、外部不経済効果を伴う財の競争市場における取引量は過大となる。この過大な取引を是正し、経済余剰を増加させるひとつの手段は、外部効果を伴う財が及ぼす（単位当りの）被害額に相当する税を供給者または需要者に課すことである。このような競争的市場取引の非効率性を是正するための課税は「ピグー税」と呼ばれており、現実の環境政策においても炭素税といった形で実施されている。

本稿で取り上げる研究課題のひとつは、上記のような、外部不経済効果を伴う財の競争的市場取引の非効率性と、それを是正するためのピグー税の有効性の理解を促す上で、手作業による実験とコンピュータ実験のいずれがより効果的であるかを比較検討することである。

上記の教育内容の理解を促すための実験は、2001年12月に、筆者のひとりが四日市大学経済学部で担当した「公共政策論」の受講者72名（手作業実験48名、コンピュータ実験24名）を対象として行われた。これらの実験では、被験者は表1に示す分布で、売手と買手に分けられ相対交渉によって1kgの林檎を売買するものと設定された。表1の「売手費用」は供給者が1kgの林檎を販売できた場合に林檎の生産・供給に要する費用を表しており、「買手価値」は需要者が1kgの林檎を購入してきた場合に得る便益を金額表示したものである。売手買手とも1kgを超えて取引することは認められず、取引を終えた売手買手は、市場から退出するものとされた。適当な取引相手を見出せない場合は、売買契約を交わせないまま、市場から退出するよう指示された。

実験は、手作業実験、コンピュータ実験とも2セッション行われ、各セッションでは、同一の役割（売手または買手）と売手費用または買手価値の割当の下で、相対交渉による取引が2ラウンドずつ行われた。

最初のセッションでは、取引に関して何らの制約も課されず、林檎を販売した売手は「売買価格－売手費用」に等しい利益を、林檎を購入した買手は「買手価値－売買価格」に等しい利益を得るものとされた。売買契約を結ぶ相手を見出せないままラウンドを終えた売手買手の利益はゼロとされた。こうして決定される売手の利益の合計は生産者余剰に相当し、買手の利益

表1. 相対市場取引実験における被験者の分布

売手費用 (円)	売手の人数 (人)		買手価値 (円)	買手の人数 (人)	
	手作業実験	コンピュータ実験		手作業実験	コンピュータ実験
300	4	2	4,500	4	2
800	4	2	4,000	4	2
1,300	4	2	3,500	4	2
1,800	4	2	3,000	4	2
2,300	4	2	2,500	4	2
2,800	4	2	2,000	4	2

の合計は消費者余剰に相当する。外部不経済効果が存在しなければ、こうして算出される生産者余剰と消費者余剰の和が、市場参加者（被験者）全体の利益、すなわち経済余剰となるが、この実験では林檎が1 kg売買され生産されるごとに、その栽培過程での農薬散布のために、すべての被験者に「1,500 円÷被験者数」だけの損害が生じるものと想定された。したがって、林檎の市場取引から生じる経済余剰は「生産者余剰+消費者余剰-1,500 円×取引量（被害総額）」で求めなければならない。

第2の実験セッションでは、外部不経済効果による損害を内部化するために、林檎1 kgが取引されるごとに、売手に対して損害額に等しい1,500 円の「売上税」（ピグー税）が課されるものとされた。したがって、買手の利益の計算方法はセッション1と同様であるが、林檎を販売した売手の利益は「売買価格-売手費用-1,500 円（売上税）」となる。林檎を販売できなかった売手は、売上税を納める必要はなく、その利益はゼロである。売買契約を結んだ売手から徴収された税収は、被験者全員に均等に分配されるものと想定されたので、外部不経済効果による被害総額と税収が相殺され、このセッションにおける経済余剰は「生産者余剰+消費者余剰」に等しくなる。

実験にあたっては、被験者が自己の利益の最大化をめざして取引を行うインセンティブを与えるため、売手または買手の利益（セッション1では、各自の外部効果による被害額（=林檎の取引量×1,500 円÷被験者数）を利益から差し引いた値）の合計額の1/400 に等しい得点を期末試験成績への加算点として与えた。

表1の被験者の分布が与えられると、横軸に林檎の取引量、縦軸に金額を測った図において、値の低い売手から順に売手費用の高さを示す水平線分を描きその端点を垂直線分でつなぐことにより供給曲線を描くことができる。また、値の高い買手から順に買手価値の高さを示す水平線分を描きその端点を垂直線分でつなぐことにより需要曲線を描くことができる。

こうして描かれた供給曲線が図1の右上がりの実線の階段状のグラフであり、需要曲線が右下がりの実線の階段状のグラフである。需要曲線と供給曲線の交点で価格と取引量が決定されるとする競争的市場均衡理論に従えば、課税のないセッション1での市場均衡価格は、2,300 円～2,500 円の範囲、均衡取引量は、手作業実験では20 kg、コンピュータ実験では10 kgとなる。また、生産者余剰および消費者余剰は、市場均衡点から縦軸に引いた水平線と供給曲線および需要曲線とで囲まれる領域の面積で表され、経済余剰はこれらの余剰の和から、外部不経済効果による被害額（=1,500 円×均衡取引量）を差し引いた値となる。こうして算出される生産者余剰および消費者余剰の金額は、手作業実験ではともに22,000 円、コンピュータ実験ではともに11,000 円となり、経済余剰は、手作業実験では14,000 円、コンピュータ実験では7,000 円となる²⁾。

売手に対して売上税が課されるセッション2では、売手にとっての費用が単位当りの税額分（1,500 円）だけ上昇することになるため、供給曲線は、図1の破線のように、1,500 円分上方

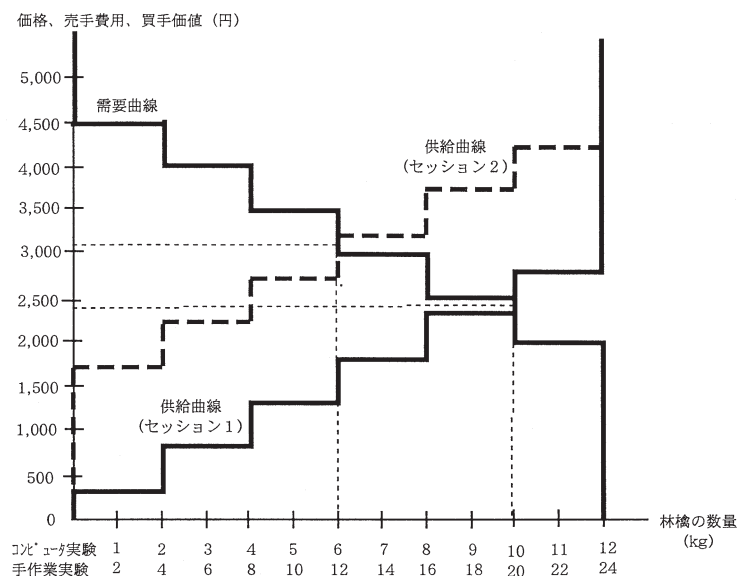


図 1. 外部不経済効果を伴う財に関する供給曲線・需要曲線

にシフトする，したがって，セッション 2 における市場均衡価格は，3,000 円～3,300 円の範囲
均衡取引量は，手作業実験では 12 kg，コンピュータ実験では 6 kg となる．このセッションにお
ける生産者余剰，消費者余剰はセッション 1 の場合と同様の方法で求められるが，経済余剰は
生産者余剰と消費者余剰の合計額に等しくなる．こうして算出される生産者余剰および消費者
余剰の金額は手作業実験ではともに 10,200 円，コンピュータ実験ではともに 5,100 円となり，
経済余剰は，手作業実験では 20,400 円，コンピュータ実験では 10,200 円となる．

以上に示した均衡価格，均衡取引量および各種余剰の値が，本稿で採用した実験設定の下で
の競争的市場均衡理論（需給均衡理論）にもとづく理論的予想である．ここで注目すべき点は，
ピグー税の課されていないセッション 1 に比べて，課税の行われるセッション 2 の経済余剰が
大きくなっている点である．このことは，すでに述べたように，外部不経済効果を伴う財の競
争的市場均衡では，経済余剰が最大化されていないという意味で非効率性が生じており，ピグー
税の賦課によって，この非効率性が改善されることを示している．

2.2 公共的意思決定メカニズムの理論的性能

本稿の研究において検討対象としたもうひとつの教育課題は，ある公共プロジェクトに関し

2) 生産者余剰・消費者余剰や経済余剰の算出にあたっては，均衡価格を 2,300 円～2,500 円の中央値である 2,400 円に設定した．なお，後述のセッション 2 の各種余剰の算出にあたっては，均衡価格は 3,000 円～3,300 円の中央値である 3,150 円に設定した．

てその実施からそれぞれ P_i だけの利益を得る複数の個人が、当該プロジェクトに対する評価として必ずしも真の評価 P_i とは一致しない S_i を表明し、すべての個人が表明した評価の合計 S が当該プロジェクトの実施費用 C 以上であればプロジェクトを実施し、 S が C 未満であればプロジェクトを中止するという決定を下す 2 つのタイプの公共的意思決定メカニズムの性能の理解である。

2 つのメカニズムは、公共プロジェクトの実施の可否の決定に関しては同一のルールを採用しているが、各個人の費用負担を決定する方式において相違している。

まず第 1 の「リンダール・メカニズム」と呼ばれる公共的意思決定メカニズムでは、プロジェクトが実施される場合、各個人は自己の表明した評価の大きさに応じて $(S_i/S)C$ だけの費用負担を負う。プロジェクトが中止と決定された場合には費用負担はゼロである。したがって、このメカニズムの下では、各個人が得る純利益 U_i は、プロジェクトが実施と決定された場合には $U_i = P_i - (S_i/S)C$ であり、中止と決定された場合には $U_i = 0$ である。

これに対し、「ピボタル・メカニズム」と呼ばれる第 2 の公共的意思決定メカニズムでは、まず、プロジェクトが実施された場合各個人はプロジェクトの実施費用を均等に負担し C/n だけの費用負担を負う。ただし n は個人の数である。プロジェクトが中止された場合にはこの均等費用負担は発生しない。しかし、ピボタル・メカニズムの場合、意思決定に参加する個人はこの均等負担部分以外に「クラーク税」とよばれる追加的な負担を負う可能性がある。いま個人 i 以外の人々が表明した評価の和を S_{-i} と表すと、 $S \geq C$ かつ $S_{-i} < \{(n-1)/n\}C$ である場合、あるいは、 $S < C$ かつ $S_{-i} \geq \{(n-1)/n\}C$ である場合に、個人 i は $|S_{-i} - \{(n-1)/n\}C|$ だけのクラーク税を支払わなければならない。これら 2 つの場合以外ではクラーク税はゼロである。したがって、クラーク税の大きさを T_i で表すと、ピボタル・メカニズムの下では、各個人が得る純利益 U_i は、プロジェクトが実施された場合には $U_i = P_i - C/n - T_i$ であり、中止された場合には $U_i = -T_i$ である。

上記のメカニズムの構造からわかるように、プロジェクトが実施された場合、リンダール・メカニズムでは各個人の費用負担の合計によりプロジェクトの実施費用が過不足なく賄われるが、ピボタル・メカニズムではクラーク税が発生する可能性があるため余剰が生じうる。これはピボタル・メカニズムが資源の効率的利用を必ずしも保証しないことを意味している。

しかし他方で、ピボタル・メカニズムには大きな理論的特長が認められる。それは、このメカニズムの下では、各個人は、他の人々がどのような評価を表明しようとも、真の評価を表明することが自己の純利益を高める上で最も有利となる、すなわち、真の評価の表明が支配戦略となるという性質をこのメカニズムが有している点である。一方、リンダール・メカニズムについては各個人の真の評価がプロジェクトの実施費用以下である限り、すべての個人にとってゼロの評価を表明することが Nash 均衡戦略となり、場合によっては支配戦略となりうるという問題が指摘できる。

支配戦略が存在すればそれがプレイされると考えるのが自然であるから、上記のような2つのメカニズムの特徴の相違は、ピボタル・メカニズムでは人々の真の評価の表明が期待でき、プロジェクトの実施の可否決定ルールから、公共プロジェクトの実施が望ましい（プロジェクトに対する人々の真の評価の和が実施費用以上である）場合には実施の決定が行われ、そうでない場合には中止されるが、リンダール・メカニズムでは公共プロジェクトの実施が望ましい場合であっても、過少な評価の表明のために中止の決定がなされてしまう可能性があることを示している。こうした、真の評価の表明を誘発する上での両メカニズムの理論的性能の違いを実験を通じて教育することが、本稿の研究で検討対象とした第2の教育課題である。

実験は、できるだけ簡単な状況設定で行うため、個人数は2人（ $n=2$ ）とし、プロジェクトの評価 S_i として表明しうる値は0, 5, 10の3つの整数値に限定し、2個人とも真の評価値として5を与える（ $P_1=P_2=5$ ）こととした。またプロジェクトの実施費用はリンダール・メカニズムでは真の評価値と等しい $C=5$ とし、ピボタル・メカニズムでは真の評価値を1だけ上回る $C=6$ とした。

上記の実験設定において、1つの実験グループを構成する2個人の純利益（利得）を、左側に個人1の値、右側に個人2の値を記して2個人の表明しうる評価の組合せごとに表現すれば表2（リンダール・メカニズム）および表3（ピボタル・メカニズム）のように表される。これらの利得表から、本研究の実験設定の下では、リンダール・メカニズムにおいてはゼロ評価の表明（ $S_i=0$ ）が、ピボタル・メカニズムでは真の評価の表明（ $S_i=P_i=5$ ）が支配戦略となっていることがわかる³⁾。

2つの公共的意思決定メカニズムに関する実験は、3回にわたって行われた。まず2000年11

表2. リンダール・メカニズム実験の利得表
($n=2$, $C=5$, $S_1, S_2 \in \{0, 5, 10\}$, $P_1=P_2=5$)

個人2の評価値 S_2 個人1の評価値 S_1	0	5	10
0	0, 0	5, 0	5, 0
5	0, 5	3, 3	3, 2
10	0, 5	2, 3	3, 3

※利得は四捨五入により整数化されている。

表3. ピボタル・メカニズム実験の利得表
($n=2$, $C=6$, $S_1, S_2 \in \{0, 5, 10\}$, $P_1=P_2=5$)

個人2の評価値 S_2 個人1の評価値 S_1	0	5	10
0	0, 0	-2, 0	2, -1
5	0, -2	2, 2	2, 2
10	-1, 2	2, 2	2, 2

月に、天理大学において、公募された学部学生 20 名を被験者として、コンピュータ実験方式で試行実験が行われた。この実験は、開発された実験システムのテストを兼ねて行われたものであるが、一時的に集められた被験者に利得の最大化をめざして評価値の選択を行うインセンティブを与えるため、実験で得た利得の合計の 100 倍の報酬（円）が各被験者に支払われた。実験は、リンダール・メカニズムの 10 ラウンドの反復実験が最初に行われ、その後ピボタル・メカニズムの実験が同じく 10 ラウンド反復して行われた。

第 2 の実験は、やはり 2000 年 11 月に、名古屋市立大学経済学部筆者のひとりの演習所属学生 10 名を被験者として手作業で行われた。この実験も、被験者となった学生が、公共的意思決定メカニズムの理論的性能についての教育を受けるべき立場にあったわけではないという意味で試行実験のひとつと位置付けられる。実験の方法は、手作業による点を除けば天理大学の実験と同様であり、10 ラウンドにわたるリンダール・メカニズムの反復実験を最初に行い、その後ピボタル・メカニズムの実験を 10 ラウンド反復して実施した。被験者に利得の最大化をめざして評価値の選択を行うインセンティブを与えるため報酬を支払った点も天理大学での実験と同様であり、報酬の支払方式も同一であった。

第 3 の実験は、2000 年 12 月に、筆者のひとりが、2 つの公共的意思決定メカニズムの理論的性能の理解をその教育内容の主要な一部とする「公共経済学」を担当している四日市大学経済学部で行われた。被験者は公共経済学の受講者 40 名であった。被験者 40 名のうち、18 名がコンピュータ実験に臨み、残りの 22 名が手作業実験に従事した。以下では、公共経済学教育の一環として行われたこれらの実験を「教育実験」と呼ぶ。実験の内容は、2 回の試行実験と同じく、リンダール・メカニズムの 10 ラウンドの反復実験を最初に行い、その後ピボタル・メカニズムの実験を 10 ラウンド反復して行うというものであった。この教育実験は授業の一環であるため被験者には、実験において獲得した利得の 2 分の 1 を期末試験成績への加算点として与えることにより、利得最大化をめざした評価値の選択へのインセンティブを引出すこととした。

3. 実験システムと実験手順

3.1 外部不経済効果を伴う財の相対市場取引実験

手作業とコンピュータ利用のいずれの実験システムにおいても、あらかじめ、理論的な競争的市場均衡における被験者の利益（セッション 1 では外部効果による 1 人当りの被害額を差し引いた利益）の合計に極端な差が生じないように、表 4 のように被験者のタイプを決め、これ

3) ピボタル・メカニズムにおいて真の評価の表明が支配戦略となることの一般的な証明については、Tideman and Tullock [8] や Clarke [2] 等を参照。また、2 つのメカニズムの一般的説明やリンダール・メカニズムの性能に関する実験的研究については森 [5] の第 1 章を参照されたい。

表 4. 相対市場取引実験における被験者タイプの設定

被験者 タイプ	セッション 1		セッション 2		市場均衡での利益(ラウンド当)		
	役割	費用・価値	役割	費用・価値	セッション 1	セッション 2	合計
1	売手	1,800	売手	1,300	-50	350	300
2	売手	2,300	買手	4,000	-550	850	300
3	買手	3,500	売手	2,300	450	0	450
4	買手	3,000	買手	3,500	-50	350	300
5	買手	2,500	売手	800	-550	850	300
6	売手	1,300	買手	2,500	450	0	450
7	売手	2,800	買手	4,500	-650	1,350	700
8	買手	4,500	売手	2,800	1,450	0	1,450
9	買手	4,000	買手	3,000	950	0	950
10	買手	2,000	売手	300	-650	1,350	700
11	売手	300	買手	2,000	1,450	0	1,450
12	売手	800	売手	1,800	950	0	950

を実験参加者にランダムに割当てた。割当ての方法は、手作業実験では、表 4 の各タイプについて、各セッションでの役割と売手費用または買手価値を指定した「個人情報表」をランダムに配布するというやり方を取り、コンピュータ実験では、被験者番号と各セッションでの被験者タイプを記した紙片を無作為に選ばせ、実験開始後コンピュータ端末から入力させる方法をとった。

3.1.1 手作業実験における実験手順

手作業実験では、個人情報表の配布後、まず、同表のセッション 1 に記された役割に従って取引相手を探し、フェイス・ツー・フェイスで交渉を行うよう指示された。適当な取引相手を見い出すことができ、交渉の結果合意に達したペアは、合意した取引価格、売手費用、買手価値、そして売手と買手の学籍番号・氏名を明記した「販売契約書」を作成し、売手のみがそれを実験者に提出するよう指示された。実験者は提出された順に「販売契約書」に記された取引価格、売手費用、買手価値を板書し、交渉中の他の被験者に公表した。なお、売手費用や買手価値は、交渉中は必ずしも相手に知らせる必要はないが、契約成立後は正確に「販売契約書」に記入するよう指示された。セッション 1 の最初のラウンドにおいて、販売契約書を提出する被験者がいなくなった時点で実験者は取引ラウンドの終了を宣言した。

以上のような取引ラウンドをもう一度繰返した後、個人情報表のセッション 2 に指示された役割に従って交渉を行う取引ラウンドが 2 回行われた。なお、セッション 2 では、売手の利益は、合意した価格から売手費用を差し引き、さらに 1,500 円の売上税を差し引いて計算するよう注意が促された⁴⁾。

3.1.2 コンピュータ実験における実験手順

コンピュータ実験システムでは、被験者番号と被験者タイプの入力後クライアント・コンピュータの画面上に、当該セッションでの役割と売手費用または買手価値が表示された。この時点でサーバー・コンピュータは、売手と買手をランダムに組み合わせ、まず売手被験者に売値を入力するよう各クライアント・コンピュータに指示を発する。売手被験者は自己の端末から売値を入力し、買手被験者からの反応を待つ。売値情報はサーバー・コンピュータ上のファイルに記録され買手被験者は自己のクライアント・コンピュータからこの売値情報を読み、売値を受け入れるか自己の買値を提示するか、現在の売手との交渉を打ち切るかを選択する。買手被験者が売値を受け入れた場合は、交渉成立となり、サーバー・コンピュータ上のファイルに、取引価格、売手費用、買手価値、売手買手の被験者番号が記録される。このファイルは手作業実験における板書に相当し、交渉中の被験者は自己のクライアント・コンピュータからこのファイルに書き込まれた情報を参照できるようになっている。買手被験者が買値を提示した場合は、その値がサーバー・コンピュータ上のファイルに記録され、今度は売手被験者がこの情報を読み取って、受け入れるか、売値を再度提示するか、交渉を打ち切るかの選択を行う。買手被験者（交渉が継続されれば次回は売手被験者）が交渉の打ち切りを選択した場合には、別の売手（買手）と交渉するか否かを選択する。別の被験者と交渉することを選択した場合には、サーバー・コンピュータは、現在交渉を行っていない売手（買手）を探し、初めて交渉を行うペアをランダムに組み合わせる。別の被験者との交渉を望まない場合は、当該被験者は市場から退出することになる。なお、手作業実験との統一を図るため、売値または買値を発信する被験者は、自己の売手費用または買手価値を交渉相手に知らせるか否かの選択を行うことができ、知らせる場合には、交渉相手は売値または買値とともに売手費用または買手価値を読み取ることができるようシステムが設計されている。

コンピュータ実験では、以上のようなプロセスを経て、取引を継続しようとする被験者がなくなった時点で、ひとつの取引ラウンドが終了する。1人の被験者について、1取引ラウンドにおける意思決定の流れをフローチャートに描くと、図2のようになる。実験システムは、ノート型パソコン（PC-UNIX: Debian GNU/Linux 2.2）をWWWサーバー（Apatch）とし、CGI（Common Gateway Interface）を利用して構築された。このシステムでは、図2のフローチャートで示された実験用プログラム以外に、実験中にネットワーク・トラブルが発生した場合の対応策として、各処理で使用するファイルについての値設定用プログラムおよび各処理の進捗状況をモニターするためのプログラムも用意されている⁵⁾。

4) 以上に示した手作業実験における実験手順は、Bergstrom and Miller [1] の Chapter 6 にもとづいている。ただし、彼らの外部不経済効果に関する実験では、その生産過程において汚染被害を及ぼす財の具体的イメージとして「銅製の庭飾り (bronze lawn ornament)」を用いている。

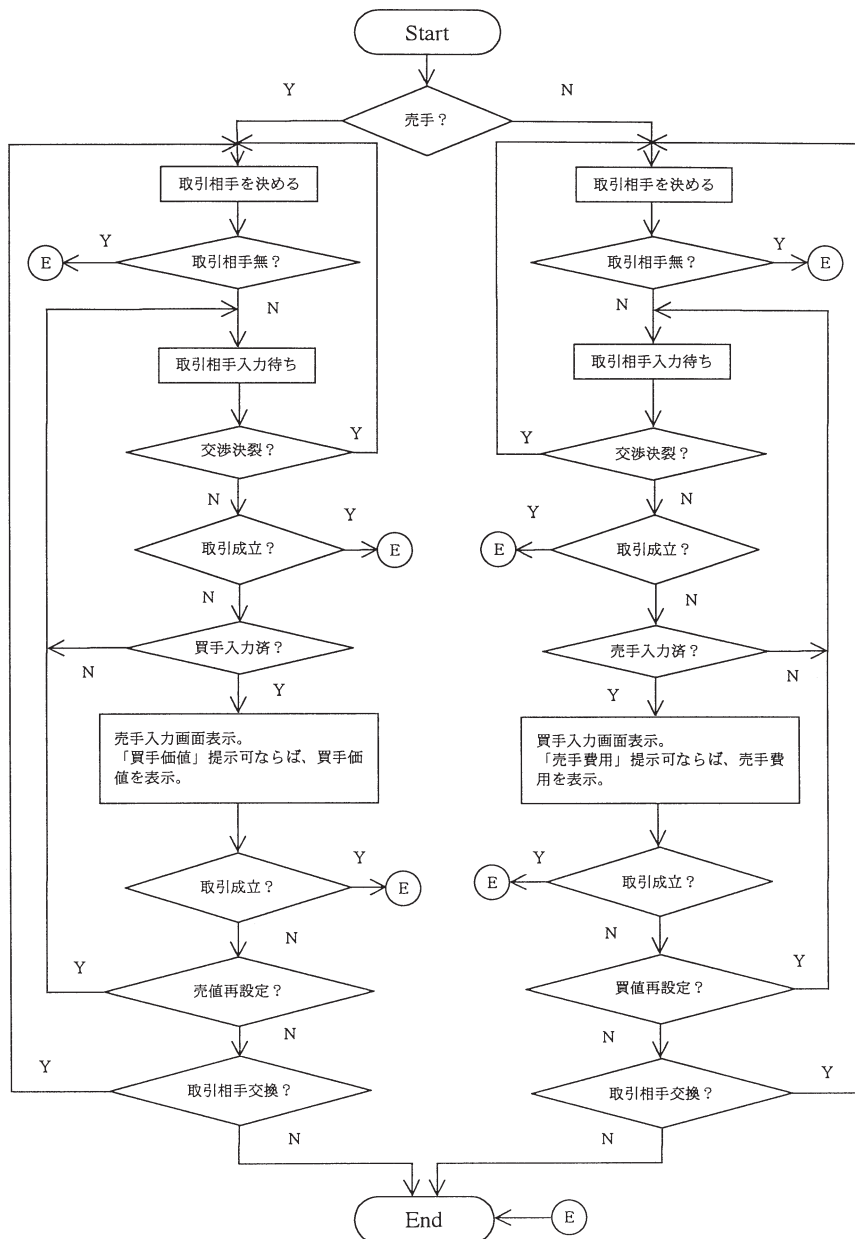


図2. 相対市場取引実験のためのコンピュータ実験システムのフローチャート

5) 本研究において開発されたコンピュータネットワーク実験用のプログラムについては、読者からの要望があればソースコードを公開する用意がある(連絡先: mori@econ.nagoya-cu.ac.jp)。また、手作業実験で用いた「個人情報表」や「販売契約書」さらには両方式の実験で用いた「実験説明」についても希望があれば送付する

3.2 公共的意思決定メカニズムの実験

2.2 節で示した 2 つの公共的意思決定メカニズムの各々について、手作業とコンピュータ利用の 2 つの方式で実験を行うため、それぞれの実験方式の具体的な内容を以下のように構成した。

3.2.1 手作業実験における実験手順

まず手作業による実験では、被験者をランダムに 2 名ずつのグループに分け、各グループの各被験者に同時にプロジェクトに対する評価を「集計票」と表記された小紙片に書かれた 0, 5, 10 の 3 つの値の中から選ぶ形で表明させ、実験者が集計票を回収してグループごとの評価の集計値とプロジェクトの実施の可否（○または×で表示）を発表し、被験者は自己の選択した評価値とグループの評価の集計値とから、各メカニズムのルールに従って、自己の費用負担や利得を手計算で求め、このプロセスを 10 回反復するという方法をとることとした。

被験者が各メカニズムの実験において確実に自己の利得の計算を行えるよう、手作業実験では「実験記入用紙」を用意し、利得の算出に至るプロセスをいくつかの段階に分け、被験者が必要な値ないしは記号を記入できるようにした。これらの記入項目は、リンダール・メカニズムの実験においては、自己の評価値 S_i 、グループ全体の評価の合計 S 、プロジェクト実施の可否の決定（○または×）、自己の費用負担 $(S_i/S)C$ 、および利得 U_i とその累計値の 6 項目であるが、ピボタル・メカニズムの実験においては、これらに加えて、他のグループメンバーの評価値 S_{-i} 、他のグループメンバーによるプロジェクト実施の可否の判断 $(S_{-i} \geq \{(n-1)/n\}C$ ならば○、そうでなければ×)、およびクラーク税 T_i の 3 項目が必要であり、被験者の行う作業はかなり煩雑なものとなる。

3.2.2 コンピュータ実験における実験手順

公共的意思決定メカニズムの実験をコンピュータ・ネットワーク上で行うために本稿の研究において開発されたシステムは、基本的には、手作業実験における被験者のプロジェクト評価値の選択、実験者による集計票の回収、被験者の手計算による費用負担と利得の算出をコンピュータ化するものであり、コンピュータ・ネットワークを通じて、クライアント・コンピュータから被験者が入力した評価値をサーバー・コンピュータで集約し、手作業実験において被験者が実験記入用紙に手計算により記入する情報（リンダール・メカニズムでは、自己の評価値、グループ全体の評価の合計、プロジェクト実施の可否の決定、自己の費用負担および利得とその累計値、ピボタル・メカニズムでは、これらに加えて、他のグループメンバーの評価値、他のグループメンバーによるプロジェクト実施の可否の判断、およびクラーク税額）をクライアント・コンピュータの画面を通して被験者に伝達するという形をとる。このコンピュータ実験

システムのフローチャートは図3の通りであり、図中の「合計結果ファイル」に上記の6ないし9個の情報がサーバー・コンピュータのプログラムによって計算され貯蔵される。なお、このシステムは、WWW を利用し、サーバーから発信された情報をホームページ上に載せ CGI (Common Gateway Interface) プログラムを通してクライアントから選択された値を処理することができよう構築されている⁶⁾。

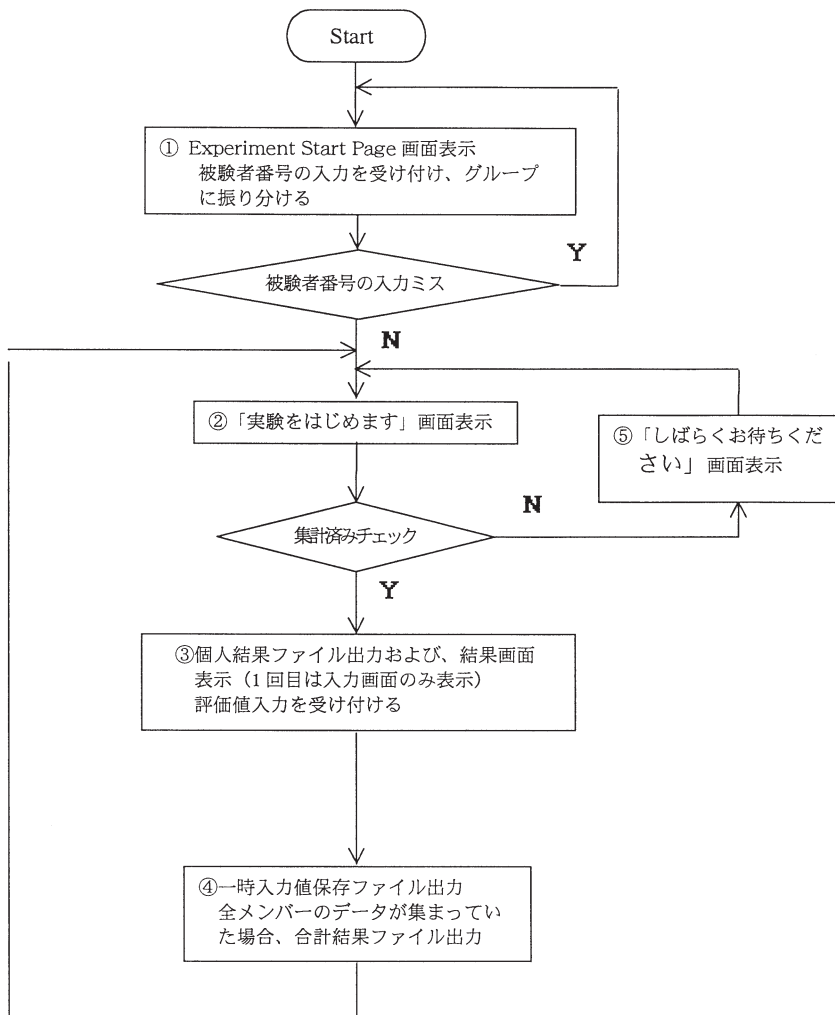


図3. 公共的意思決定メカニズム実験のためのコンピュータ実験システムのフローチャート

4. 実験を通じた教育効果の測定基準

本稿の研究で検討対象とした2つの教育課題について、手作業実験とコンピュータ実験のいずれがより高い教育効果を示すかを測定する際の基準として、次の3点を考慮することとした。

まず第1点は、実験に要する時間である。これは実験の被験者である学生の理解度と直接関連する指標ではないが、実験が1講義時間(通常90分)内に収まり切らないほど長時間を要するならば、講義の進行上支障を来すことにもなり、また、被験者の倦怠感を誘って真剣な考慮の上での意思決定を妨げるという弊害も伴う。いずれにしても長時間を要する実験は、実験による教育効果を減殺してしまう可能性を持つ、したがって、実験に要する時間が短い実験方式の方が、教育効果上望ましいといえよう。

第2に、実験を通じて経済理論の理解を高めようとする場合、実験結果が理論的予想と整合的なものとなっていることが不可欠である。実験値と理論値が整合的でない場合には、被験者である学生に対して、実験結果を用いて理論の有効性を説明することは困難であり、実験の教育効果はほとんど発揮されない。具体的には、外部不経済効果を伴う財の相対市場取引実験に関しては被験者が実際に交渉した結果成立する取引価格の平均値や取引量、消費者余剰、生産者余剰、経済余剰の値が、競争的市場均衡理論から導かれる均衡価格や均衡取引量およびその下での各種余剰の値と近似していることが重要である。また、公共的意思決定メカニズムの実験では、被験者が実際に選択した評価値の多くが各メカニズムの支配戦略(リングール・メカニズムではゼロ評価、ピボタル・メカニズムでは真の評価値)と一致していることが望ましい。なお、この公共的意思決定メカニズムの実験では、被験者が、ゼロ評価や真の評価の表明が支配戦略であることを実験中に認識していたかどうか、実験方式の相対的有效性を検討する際の重要なポイントとなる。そこで、これらの実験では、実験直後に、各メカニズムにおける支配戦略を提示し、それらが支配戦略であることを実験中に理解できていたかどうかを問う質問を発し、実験の教育効果を測る指標のひとつとした。

第3に、実験を体験した学生に、実験と類似した状況設定の下で経済理論の予測する各種の値を答えさせ、その成績によって被験者の理解度を測定し、2つの実験方式の教育効果の相対的な高さを測ることが考えられる。本稿の研究では、いずれの教育課題についても、実験実施の1週間後の手作業実験、コンピュータ実験双方の被験者(および実験に参加しなかった学生)を対象とした講義で、実験結果を示しながら理論の説明を行った上で、約1ヶ月後の期末試験において実験設定と類似した状況設定の下で、競争的市場均衡や支配戦略等を答えさせる問題

6) 公共的意思決定メカニズムの実験に関しても、読者からの要望があれば、開発されたコンピュータネットワーク実験用のプログラムのソースコードを公開する用意がある。また、手作業実験で用いた「実験記入用紙」や「集計票」さらには両方式の実験で被験者に手渡され、読み上げられた「実験説明」についても希望があれば送付する(連絡先: mori@econ.nagoya-cu.ac.jp)。

を課し、手作業実験、コンピュータ実験の参加者別に成績を集計して、2つの実験方式の教育効果の比較を行うことを試みた。この方法での教育効果の測定は、直接被験者である学生の経済理論の理解度を問うという点では、有意義な方法であるといえるが、手作業実験の被験者もコンピュータ実験の被験者も（さらには実験に参加しなかった学生も）双方の実験方式による実験結果を素材とした経済理論の講義を聞いた上で期末試験に臨んだこと、コンピュータ実験の被験者は、四日市大学のコンピュータ・ネットワークにアクセスするためのアカウントを取得しコンピュータの操作にも習熟した比較的学习意欲の高い学生であったと思われること、さらには、外部効果を伴う財の相対市場取引実験では、競争的市場均衡理論の理解は、実験における各被験者の意思決定そのものからではなく、実験結果全体を見て初めて得られる性格のものであること等から、期末試験成績が、2つの実験方式の教育効果を測る決定的な基準であるとは言えない。

5. 実験結果と教育効果の検討

5.1 外部不経済効果を伴う財の相対市場取引実験

すでに述べたように、外部不経済効果を伴う財の市場取引と課税の効果に関する実験は2001年12月に行われた。実験に要した時間は、被験者48名の手作業実験では、被験者数の確認や実験説明の時間を含め、ほぼ1講義時間に等しい90分であり、コンピュータ実験では約2時間を要した。後者の実験方式の実施に長時間を要したのは、ひとつには四日市大学のネットワーク・セキュリティ対策の影響で、Webサーバー上のファイルへのアクセス・タイミングがずれる現象が起り、その結果データの不整合が生じ、一時的に実験を中断せざるを得ない事態が発生したことによるが、基本的には、被験者が売値や買値の選択に比較的時間を要したためである。ちなみに、四日市大学での教育実験に先立って行われた天理大学の学部生24名を被験者としたコンピュータ・ネットワーク利用の試行実験においても、実験の中断は生じなかったが、実験時間は90分に及んだ。このように、実験時間の観点からは、被験者数がコンピュータ実験の倍であったにもかかわらず、手作業実験の方がスムーズに進んだといえる。

次に、実験結果が理論値とどれほど整合的であったかという観点から、2つの実験方式の有効性を比較しよう。表5に、手作業実験とコンピュータ実験のそれぞれについて、各セッションにおける市場均衡理論の予測値（理論値）と各ラウンドにおける実験結果がまとめられている。なお、表5では、理論的な市場均衡価格は中央値で記されているが、これらは正確には、2,300円～2,500円（セッション1）、3,000円～3,300円（セッション2）という均衡価格帯となる。

まず、各方式の実験における平均価格については、手作業実験では、すべてのラウンドにお

表 5. 相対市場取引実験における市場均衡値と実験結果

			平均 価格	取引 量	消費者 余 剰	生産者 余 剰	汚 染 被害額	売上 税収	経済 余剰
セ ッ シ ョ ン 1	手 実 験	市場均衡	2,400	20	22,000	22,000	30,000	—	14,000
		ラウンド 1	2,435	20	19,300	19,200	30,000	—	8,500
		ラウンド 2	2,494	18	19,600	21,500	27,000	—	14,100
	PC 実 験	市場均衡	2,400	10	11,000	11,000	15,000	—	7,000
		ラウンド 1	2,343	7	10,600	9,300	10,500	—	9,400
		ラウンド 2	2,611	9	4,700	9,800	13,500	—	1,000
セ ッ シ ョ ン 2	手 実 験	市場均衡	3,150	12	10,200	10,200	18,000	18,000	20,400
		ラウンド 1	3,091	11	7,500	6,200	16,500	16,500	13,700
		ラウンド 2	3,208	12	8,500	7,400	18,000	18,000	15,900
	PC 実 験	市場均衡	3,150	6	5,100	5,100	9,000	9,000	10,200
		ラウンド 1	2,900	5	6,000	3,000	7,500	7,500	9,000
		ラウンド 2	2,943	7	3,400	2,200	10,500	10,500	5,600

※「手実験」は手作業実験,「PC 実験」はコンピュータ実験を示している。

いて上記の均衡価格帯に収まっており理論値と整合的であると言えるが、コンピュータ実験ではセッション 1 のラウンド 2 およびセッション 2 のすべてのラウンドにおいて、均衡価格帯から外れている。また、取引量は、手作業実験では各セッションで理論値と一致するラウンドが存在し理論値と一致しない場合でも乖離は小さいのに対し、コンピュータ実験では理論値と一致したラウンドはひとつもなく、とくにセッション 1 のラウンド 1 では理論値に比べ実験値はかなり小さい。

さらに、最も重要な経済余剰の値については、手作業実験においても理論値に比べて低めの値が観察されているが、コンピュータ実験のセッション 1 のラウンド 2 では理論値の 15%弱というきわめて低い値しか記録されていない。また、セッション 1 と 2 の同じラウンドを比較した場合、手作業実験では、課税による外部不経済効果の内部化が行われていないセッション 1 に比べて、ピグー税（売上税）が課されたセッション 2 の方が経済余剰は大きくなっており、理論値と同じ方向を示しているが、コンピュータ実験では、ラウンド 1 どちらの比較において逆方向の結果が示され、ラウンド 2 どちらの比較では理論値と同じ方向は示されているものの、その要因はセッション 1 のラウンド 2 における経済余剰の値が異常に低かったことに求められる。

以上のように、価格、取引量、経済余剰のいずれの点から見ても、コンピュータ実験の結果は理論値から大きく乖離しており、外部不経済効果を伴う財に関する競争市場の非効率性やピグー税の有効性を説明し理解させる素材として利用するには不適當であったと言える。実際、実験後の講義での理論の説明に際しては、ほとんど手作業実験の結果のみを説明材料として使用せざるを得なかった。

最後に、実験設定に類似した状況設定の下で競争的市場均衡理論やピグー税の効果に関する理論から導かれる均衡価格や取引量、経済余剰等を答えさせる期末試験問題の成績であるが、

この点では、コンピュータ実験に参加した学生の方が 100 点満点換算の平均点で 61.1 点と、手作業実験の被験者の 49.0 点より高い成績を収めた⁷⁾。しかし、すでに述べたように、この実験を通じて教育しようとした競争的市場均衡理論は、実験での意思決定過程そのものを通じて理解できる性質のものではないことや、実験後の理論の説明で用いた実験結果はほぼ手作業実験で得られたものであったことを考えると、試験成績の差異が実験方式の教育効果を反映したものと速断することはできない。

以上、4 節で設定した 3 つの測定基準に従って、手作業実験とコンピュータ実験の教育効果を比較した。その結果、期末試験成績を基準とする場合を除いて、手作業実験の方が高い教育効果を発揮したと判断することができる。とくに、最も重要な判断基準である実験結果と理論的予測との整合性の観点からは、コンピュータ実験の教育効果への評価は、かなり低いものと言わざるを得ない。

5.2 公共的意思決定メカニズムの実験

2.2 節で述べたように、2 つの公共的意思決定メカニズムの性能に関する実験は、3 回にわたって行われた。天理大学でのコンピュータ試行実験(被験者 20 名)では、報酬の支払に 30 分程度要したが、リングール・メカニズムとピボタル・メカニズム(各 10 ラウンド)の実験そのものに要した時間は、実験説明や質疑応答を含め約 1 時間であった。名古屋市立大学での手作業による試行実験(被験者 10 名)では、報酬の支払に要した時間を除いても、実験時間は 90 分に及んだ。実験内容は天理大学での試行実験と同一であり、実験説明や質疑応答に要した時間(約 30 分)も天理大学での実験と同様であったので、被験者の評価値の選択やその集計、費用・利得の計算に要した正味の時間は、被験者数が半分であったにもかかわらず、天理大学のコンピュータ実験の 2 倍に及んだことになる。最後に、四日市大学での教育実験では、コンピュータ実験(被験者 18 名)が、実験説明や質疑応答を含め約 1 時間(60 分)で終了したのに対し、手作業実験は約 110 分と授業時間を大幅に超過した。このように、公共的意思決定メカニズムの実験では、コンピュータ実験の方が手作業実験に比べてはるかに短い実験時間で済み、実験時間の観点からは、コンピュータ実験に高い教育効果が認められる。手作業実験が長時間に及んだ主な要因は、被験者の表明値の集計や板書と、ピボタル・メカニズムにおける被験者の費用負担計算にかなりの時間を要したことに求められる。四日市大学での教育実験では、実験時間が長引いたため被験者に倦怠感が感じられ、ピボタル・メカニズムの実験の後半のラウンドでは、利得の計算に誤りが見られたり、評価値の選択を惰性的に行っている被験者が観察されたりした。

7) いずれの実験にも参加しなかった学生の平均点は 34.0 点であり、この結果から判断する限り手作業実験にせよ、コンピュータ実験にせよ、実験への参加は一定の教育効果を上げたといえる。

次に、実験で被験者が選択した評価値が各メカニズムの支配戦略とどの程度合致していたかという基準によって2つの実験方式を比較しよう。表明された評価値が各メカニズムの支配戦略と一致した意思決定ラウンドの割合は、表6の「評価値と支配戦略との一致割合」欄に記載されている。これを見ると、試行実験・教育実験の結果を通算し実験方式別に集計して見た場合にはリングダル・メカニズムの実験では手作業実験の方が、ピボタル・メカニズムの実験ではコンピュータ実験の方が一致割合が高いという結果になっている。このことは、費用負担の決定ルールが比較的単純なリングダル・メカニズムにおいては、手作業により被験者自身が利得を計算した方が支配戦略の認識を高めるが、クラーク税を含む費用負担額の計算が複雑なピボタル・メカニズムにおいては、2個人3戦略という単純な設定においても、手作業による利得の計算過程で真の評価値の表明が支配戦略であることに気付くことは難しく、むしろコンピュータ・システムによる迅速な利得の算出結果を見て、自己の評価値の表明と利得との関連性から支配戦略を認識する可能性が高いことを示唆している。

ただし、3回の実験の中で最も重視すべき四日市大学での教育実験においては、支配戦略の選択割合は、試行実験と通算した場合とは逆の結果となっている。この結果を率直に受け止めるならば、教育実験に関する限り、手作業実験の方が教育効果は高いといえる。しかし、先にも述べたように、教育実験における手作業でのピボタル・メカニズムの実験では、実験時間が長引いたために、後半のラウンドにおいて惰性的に評価値を選択していた被験者も少なくないと思われ、その際、3つの選択肢の中間に当り、実験設定では真の評価値ともなっている「5」が選択されやすかったという事情も、試行実験とは異なる結果を生み出した要因として考えられる。

実験直後に支配的戦略の認識の有無を尋ねた質問に対し、実験中にこうした認識を得たと答えた被験者の割合は、表6の「支配戦略の認識割合」欄に記載されている。これを見ると、試行実験と教育実験のいずれをとっても、またこれらを通算しても、リングダル・メカニズムの実験では手作業実験の方が、ピボタル・メカニズムの実験ではコンピュータ実験方式の方が、

表6. 公共的意思決定メカニズム実験の結果 (%)

実験方式	実験種別	(%)			
		リングダル・メカニズム 実験		ピボタル・メカニズム 実験	
		評価値と支配戦略との一致割合	支配戦略の認識割合	評価値と支配戦略との一致割合	支配戦略の認識割合
コンピュータ実験	教育実験（四日市大）	53.9	83.5	56.1	61.1
	試行実験（天理大）	34.0	55.0	70.0	70.0
	教育・試行実験通算	43.4	68.5	66.1	65.8
手作業実験	教育実験（四日市大）	48.6	95.5	66.4	59.1
	試行実験（名古屋市大）	54.0	90.0	43.0	50.0
	教育・試行実験通算	50.3	93.8	59.1	54.3

認識割合は高いという結果となっている。これは、すでに述べたように、比較的単純な構造を持つリングル・メカニズムにおいては、手作業実験での被験者自身による利得計算が支配戦略の認識を高めるが、構造の複雑なピボタル・メカニズムにおいては、手作業による利得の計算は支配戦略の認識に結びつきにくく、むしろコンピュータ・システムによる迅速な利得の算出の方が支配戦略の認識を促すためと考えられる。

最後に、四日市大学での教育実験における2つの実験方式の被験者間で、期末試験での設問への解答の成績に差異があったかどうかを見ることにより、両実験方式の教育効果の相対的有効性を測る方法の結果を見ておこう。期末試験において、2つの公共的意思決定メカニズムの性能に関する設問を課し、この試験問題に対する2つの実験方式の被験者の平均得点を100点満点に換算して求めたところ、手作業実験の被験者の平均点が45.8点であったのに対し、コンピュータ実験の被験者の平均点は47.3点と、後者の方がわずかながら上回っており、この測定基準からは、コンピュータ実験の方が手作業実験より相対的に高い教育効果を上げたといえる⁸⁾。

以上、4節で設定した3つの基準に照らして、2つの公共的意思決定メカニズムの理論的性能の理解に関する手作業実験とコンピュータ実験の教育効果の比較を行った。これらの検討結果を総合すると、検討対象とした2つの公共的意思決定メカニズムのうち、比較的単純な構造を持つリングル・メカニズムについては、その理論的性能の理解に関して、手作業による実験の方がむしろ高い教育効果をもたらすが、構造の複雑なピボタル・メカニズムの理論的性能の理解については、コンピュータ実験の方が相対的に高い教育効果をもつとすることができる。

6. 実験における情報交換過程の構造と実験方式の教育効果

以上に見たように、外部不経済効果を伴う財の取引に関する競争的市場の非効率性やピグー税の効果の理解の促進を目的として、相対市場取引実験を行った場合には、実験時間の点でも、実験結果と理論的予測との整合性の点でも、コンピュータ実験に比べ手作業実験に、より高い教育効果が認められた。これに対し、公共的意思決定メカニズムの理論的性能の理解を教育課題とした場合には、実験の迅速な進行や被験者となった学生の理解の高さにおいて、コンピュータ実験に相対的に高い教育効果が見い出され、とくに、費用負担ルールの複雑なピボタル・メカニズムの実験では、実験結果と理論的予測との整合性の点でも、手作業実験に比べコンピュータ実験に高い評価が与えられた。このように、本稿の研究で取り上げた2つの教育課題の間で、コンピュータ実験と手作業実験の教育効果上の評価に対照的な結果が得られた要因はどこに求められるのであろうか。

8) いずれの実験にも参加しなかった学生の平均点は42.3点であり、試験成績の観点から見る限り、公共的意思決定メカニズムの性能の理解に関しても、実験への参加は一定の教育効果を上げたといえる。

この問題を考察するにあたって鍵となる点は、被験者が意思決定を行う際に必要となる情報の交換過程の構造の違いにあると考えられる。すなわち、相対市場取引において取引当事者(被験者)が意思決定を行うにあたって必要な情報は、自己および取引相手の付け値(売値や買値)とその履歴であり、これは取引当事者間の情報交換によって初めて獲得でき、この情報交換の範囲は特定の取引当事者間に限られることなく、原理的にはすべての市場参加者間に広がっている。このような相対市場取引における情報交換の構造をイメージ図で示せば、図4(a)のように描かれよう。相対市場取引に関するコンピュータ実験では、サーバー・コンピュータ上のファイルがこのような被験者間の面状の情報交換を仲立ちしているが、サーバー・コンピュータ(あるいは実験者)は、自ら生成した情報をクライアント・コンピュータ(被験者)に発信したり、被験者から受け取った情報を自らが作り出す新たな情報の素材として使用したりしているわけではない。言い換えれば、相対市場取引実験においては、核となる存在がなく、ただ面状に広がった取引当事者(被験者)間の情報交換過程が進行しているのみである。

これに対し、公共的意思決定メカニズムの実験においては、被験者の発信する情報(公共プロジェクトの評価値)は、実験者(サーバー・コンピュータ)に集約され、そこで集計され、それをもとに、プロジェクト実施の可否決定が行われ、各被験者の費用負担や利得が計算されて、各被験者(クライアント・コンピュータ)に個別的に伝達される。したがって、公共的意思決定メカニズムの運用における情報交換の構造は、図4(b)に示されているように、実験者を核とし、実験者と各被験者とを個別に結ぶ放射状の構造になっていると言える。

以上のような、面状に広がった被験者間の情報交換過程の構造と、実験者を核とした実験者と個々の被験者間の放射状の情報交換過程との相違が、コンピュータ実験と手作業実験の教育効果上の差異をもたらしていると考えられる。コンピュータ実験の場合、放射状の情報交換過程から構成される実験では、意思決定そのものないしはそれに必要な情報の大部分はサーバー・コンピュータで生成され、素早くクライアント・コンピュータに伝達できるため実験は

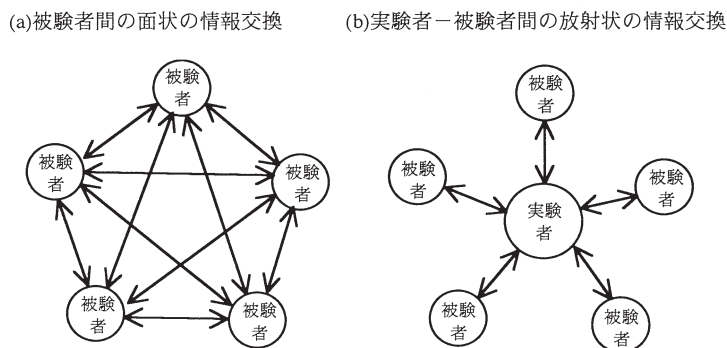


図4. 実験における情報交換過程の構造

スムーズに進み被験者が意思決定を行う際の負担も小さくなる。このことが、公共的意思決定メカニズムの実験で実験時間や実験結果と理論的予想との整合性の点でコンピュータ実験が高いパフォーマンスを上げた理由であると考えられる。他方、被験者間の面状の情報交換を必要とする相対市場取引実験においては、サーバー・コンピュータは被験者間の情報交換を仲立ちするのみであり、いかに迅速な処理が可能であると言っても、フェイス・ツー・フェイスの情報交換に比べて、コンピュータ処理が介在する分だけ実験の進行は遅延し、被験者の側でも、特定の取引相手との交渉に固執し、利益の増加をめざして広範囲な情報交換を行う意欲を欠く可能性が生じる。その結果、相対市場取引実験では、実験に要した時間の点でも、理論的予想との整合性の点でもコンピュータ実験が高い有効性を発揮できず、むしろ手作業実験の教育効果が相対的に高く評価される結果になったものと考えられる。

以上のような考察が、どれほど一般性を持ちうるのかについては、今後種々の経済学教育課題を対象として、2つの実験方式の比較検討を積み重ねて行く必要があるが、その際、対象とする教育課題を達成していくために用いられる実験での情報交換過程の構造を明確にし、その構造との対比において、コンピュータ実験方式と手作業実験方式の教育効果の比較を行う必要がある⁹⁾。

参考文献

- [1] Bergstrom, T. C. and J. H. Miller, *Experiments with Economic Principles : Microeconomics*, 2nd edition, Irwin McGraw-Hill, 2000.
- [2] Clarke, E. H, Multipart Pricing of Public Goods, *Public Choice* 11, pp17-33, 1971.
- [3] Davis, Douglas D. and Charles A. Holt, *Experimental Economics*, Princeton University Press, 1993
- [4] Friedman, D. and S. Sunder, *Experimental Methods ; A Primer for Economists*, Cambridge University Press, 1994. (邦訳：川越敏司・内木哲也・森徹・秋永利明訳『実験経済学の原理と方法』, 同文館, 1999年)
- [5] 森徹『公共財供給メカニズムの有効性—実験経済学的アプローチ—』, 多賀出版, 1996年
- [6] 森徹・曾山典子「実験手法を用いた経済学教育におけるコンピュータ・ネットワーク利用の効果

9) 経済学教育の目標が同じであっても、想定される経済環境が異なれば、教育目的の実験における情報交換過程の構造が異なる可能性がある。例えば、本稿の研究と同じく、外部不経済効果を伴う財の競争市場での取引の非効率性が市場均衡理論によって説明されることを理解させるという教育目標を掲げたとしても、財の取引を相対取引市場ではなく、競売人に売値買値の情報を集約し、競売人が逐次価格情報を公開し改訂して需要と供給をマッチさせる公開市場で行うならばその実験の際の情報交換過程の構造は、被験者間の面状の構造ではなく、競売人を核とした放射状の構造となる。本節で示した見通しが正しければ、この場合には、コンピュータ実験方式は、手作業実験と同等以上の教育効果を上げるものと考えられる。実際、公開市場のひとつの様式と考えられるダブル・オークション市場の実験は、その多くがコンピュータ・ネットワークを利用して行われている。ダブル・オークション市場の実験に関する文献は多数あるが、例えば Davis and Holt [3] Chapter 3 を参照されたい。

- に関する研究」電気通信普及財団『研究調査報告書』No. 16, pp. 196-202, 2002 年
- [7] 森徹・曾山典子「実験手法を用いた経済学教育におけるコンピュータ・ネットワーク利用の効果に関する研究(継続)」電気通信普及財団『研究調査報告書』No. 17, 2003 年刊行予定
- [8] Tideman, T. N. and G. Tullock, A New and Superior Process for making Social Choice, *Journal of Political Economy* 84, pp1145-1159, 1976.

(2002 年 8 月 30 日受領)